

Simulation multi-agents d'un transport à la demande dynamique : l'exemple du Modulobus

Adrien Lammoglia

adrien.lammoglia@alumni.univ-avignon.fr

Didier Josselin

didier.josselin@univ-avignon.fr



ThéoQuant 2013
Du 20 au 22 février 2013, Besançon

I. Contexte et état de l'art

II. Modèles

III. Protocole de simulation

IV. Résultats

V. Discussion

Évolution du transport flexible

- (1999) Dupuy - *La dépendance automobile, symptômes, analyses, diagnostic, traitements.*
- (2001) Ambrosino et. Al - *Demand responsive transport services : towards the flexible mobility agency.*
- (2002) Godard - *Les transports et la ville en Afrique au sud du Sahara.*
- (2007) Castex - *Le transport à la demande (TAD) en France: de l'état des lieux à l'anticipation.*
- (2012) Guillas&Josselin - *Prototypage d'un Transport à la Demande dynamique : le concept de Modulobus.*

Le prototype Modulobus (projet ANR TSFA)

- Transport A la Demande flexible
- Réservation web et par téléphone
- Optimisation dynamique des tournées
 - Communication entre client et véhicule (*push*)
 - Géolocalisation des entités mobiles
- Modification dynamique des tournées (détours acceptés)
- Expérimentations de pre-prototypes : taxis Laval, *Flexo* à Montbéliard →



TAD flexible et SMA

- ♦ (2007) Cubillos et. Al - MADARP: A Distributed Agent-Based System for On-Line DARP
- ♦ (2012) Zargayouna et. Al - Fleet Organization Models for Online Vehicle Routing Problems



Géomatique et paradigme de la complexité :

- Modélisation et exploration de transport flexibles
- Recherche de comportements d'agent optimums



- (2010) Meister et. Al - Large-scale agent-based travel demand optimization applied to Switzerland, including mode choice

Question

Quels apports d'une communication clients-véhicules pour l'optimisation d'un TAD dynamique ?

→ Exploration et comparaison
de 2 modèles de transport flexible

Notre méthode

- Implémentation de deux TAD dynamiques sur Netlogo : *Modulobus* (M) et Potentiel (P)
- Définition d'indicateurs pour évaluer les performances des modèles
3 entités : client, service et territoire
- Sélection d'un protocole de simulation avec 30 simulations (variation des conditions initiales)
- Observation du comportement des modèles
- Traitement statistique des indicateurs et comparaison des résultats

I. Contexte et état de l'art

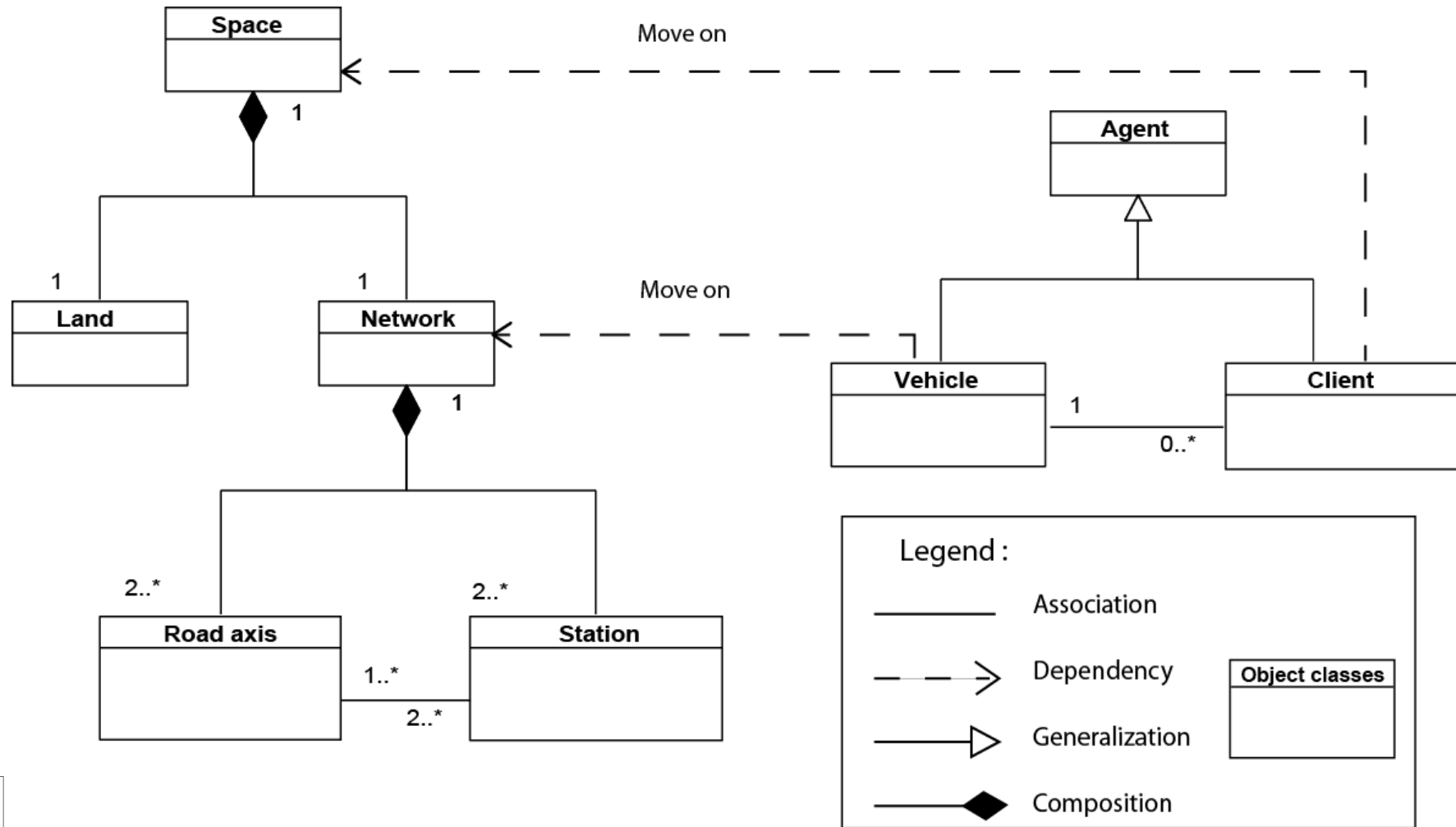
II. Modèles

III. Protocole de simulation

IV. Résultats

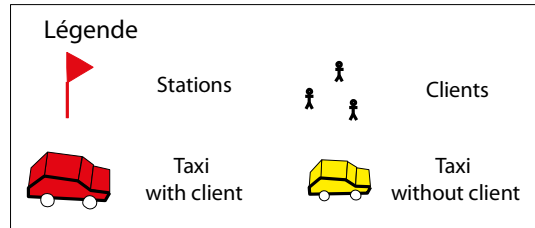
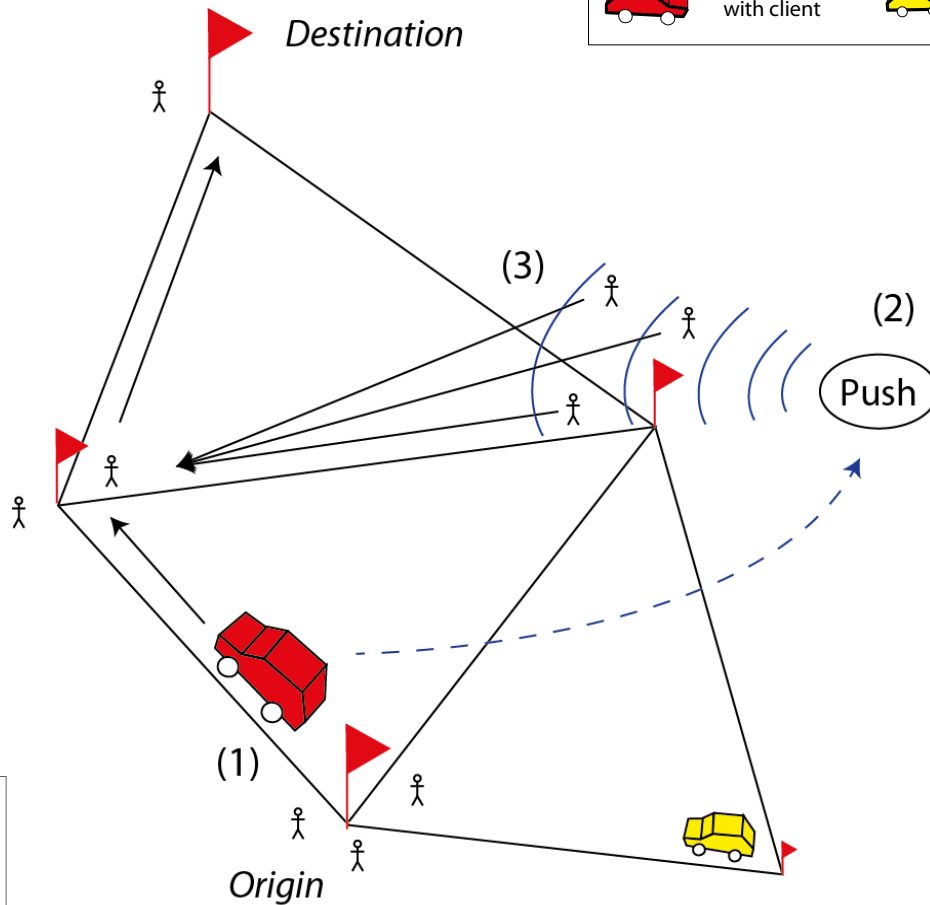
V. Discussion

Diagramme de classe UML

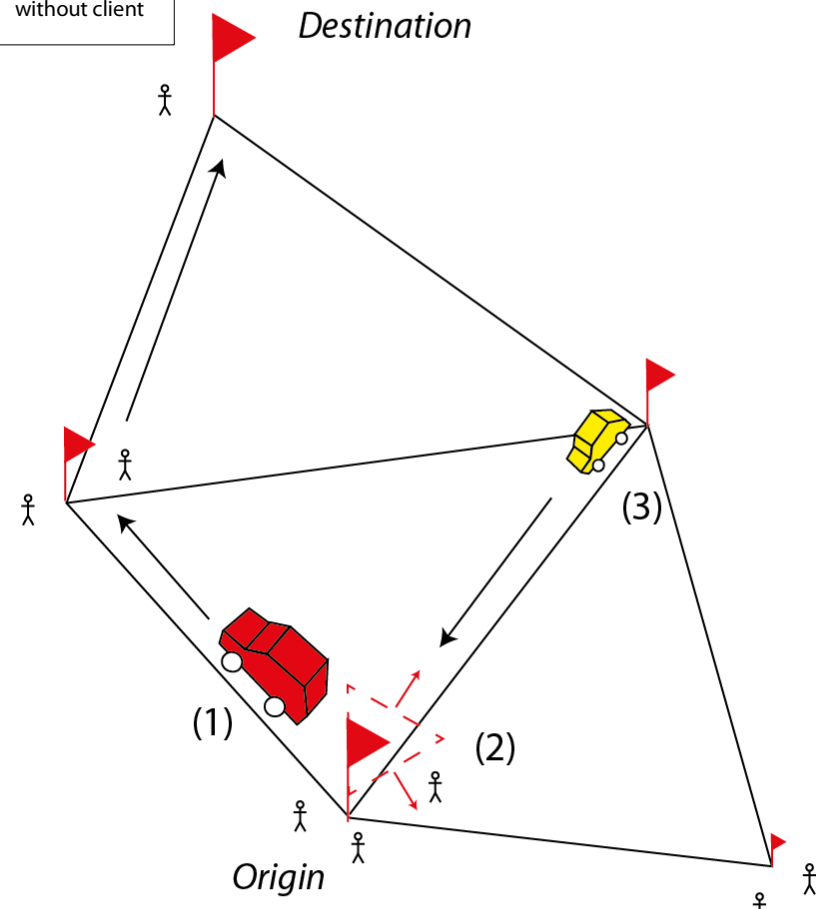


Optimisation des tournées

Modulobus (M)



Potentiel (P)



I. Contexte et état de l'art

II. Modèles

III. Protocole de simulation

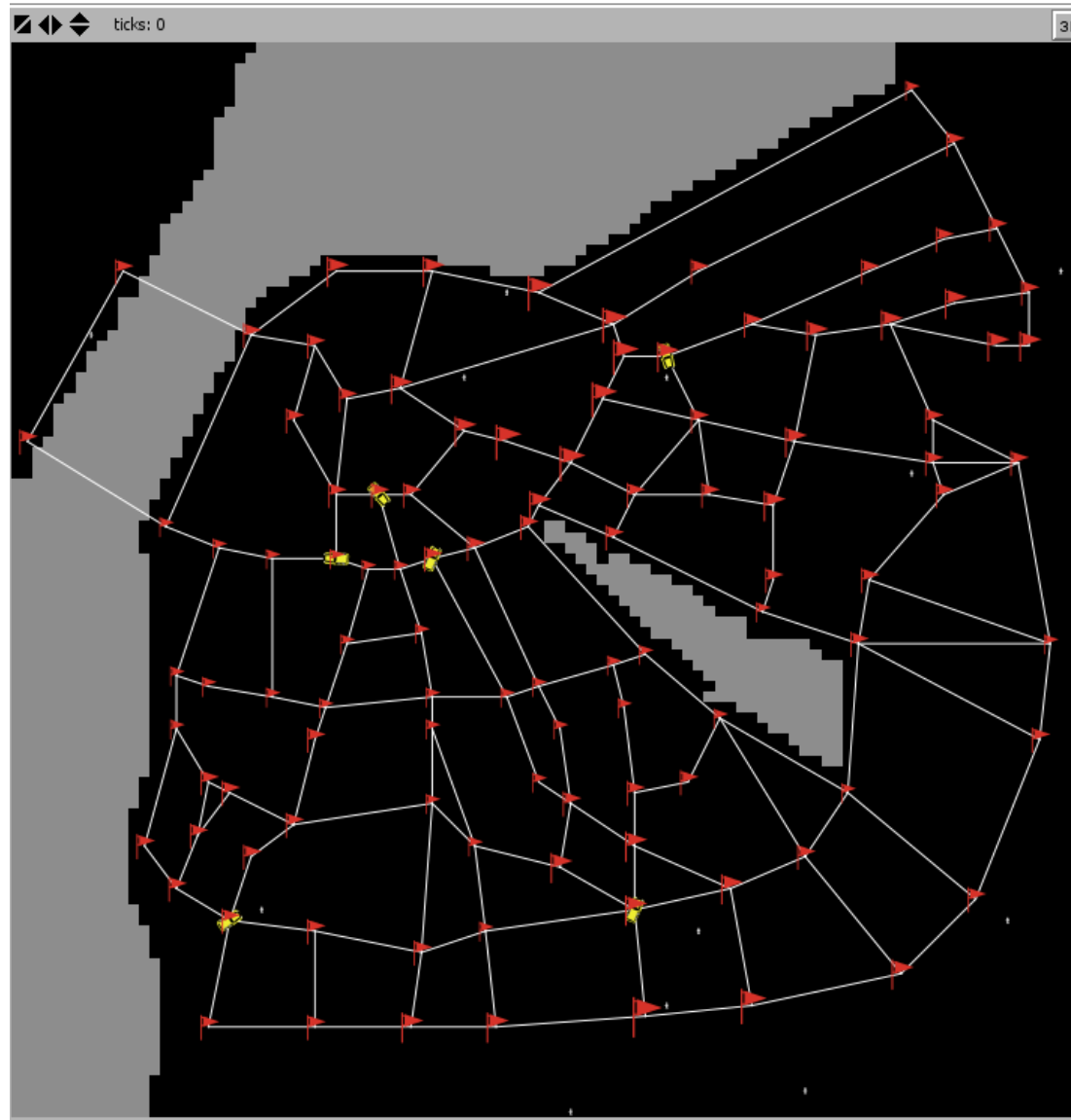
IV. Résultats

V. Discussion

Configuration spatiale

Avignon →
(centre ville simplifié)

- 107 arrêts (nœuds) : embarquement des clients
- Axes non dirigés
- Déplacement continu des véhicules
- Apparition aléatoire des clients (sauf zones grises)



L'espace des paramètres

Paramètres variables :

- Nombre de véhicules
- Nombre de clients
- Rapport de vitesse entre les clients et les véhicules
- Nombre de places disponibles par véhicule

Exemple →

Paramètre fixe :

- Fréquence de création des clients (toutes les 50 itérations)

Simulation	Nb véhicules	Nb clients	Facteur vitesse	Places disp.
S1	6	3	15	1
S2	6	3	15	4
S3	6	3	15	7
S4	6	3	30	1
S5	6	3	30	4
S6	6	3	30	7
S7	6	6	15	1
S8	6	6	15	4
S9	6	6	15	7
S10	6	6	30	1
S11	6	6	30	4
S12	6	6	30	7
S13	12	3	15	1
S14	12	3	15	4
S15	12	3	15	7
S16	12	3	30	1
S17	12	3	30	4
S18	12	3	30	7
S19	12	6	15	1
S20	12	6	15	4
S21	12	6	15	7
S22	12	6	30	1
S23	12	6	30	4
S24	12	6	30	7
S25	12	12	15	1
S26	12	12	15	4
S27	12	12	15	7
S28	12	12	30	1
S29	12	12	30	4
S30	12	12	30	7

Les indicateurs

Client

- Nombre de clients moyen en attente aux stations
- Temps d'attente moyen des clients
- Part des stations avec des clients en attente

Service

- Taux de chargement
(nb arrêts avec prise en charge / nb total arrêts desservis) x100
- Rentabilité du service
(nb clients embarqués x5 / distance parcourue)
- Taux de remplissage des véhicules

Territoire

- Taux de desserte
(nb clients arrivés à destination / nb clients créés) x100
- Flux de véhicules par axe routier

I. Contexte et état de l'art

II. Modèles

III. Protocole de simulation

IV. Résultats

V. Discussion

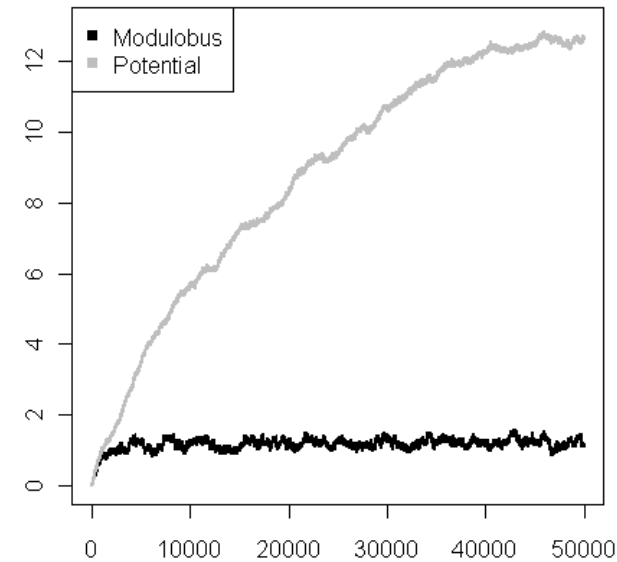
A. Les clients

- La part des stations avec des clients en attente est similaire pour les deux modèles

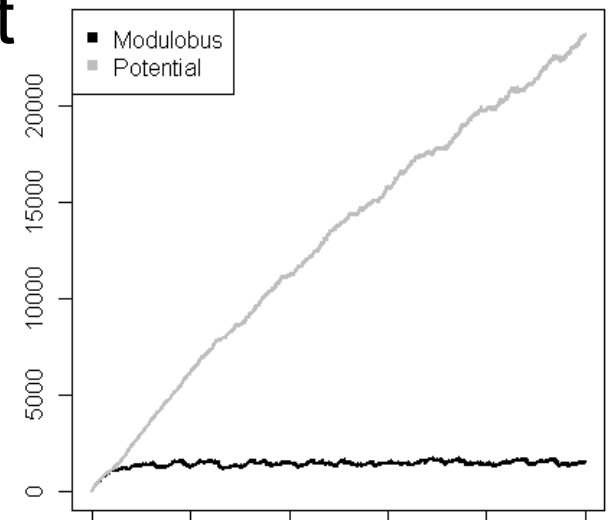
// MAIS pour Potentiel //

- ✗ Le nombre de clients en attente et leur temps d'attente n'arrivent pas à se stabiliser
- ✗ Ces deux indicateurs sont beaucoup plus élevés (jusqu'à x10)

Moyenne des clients en attente aux stations (simu 20)

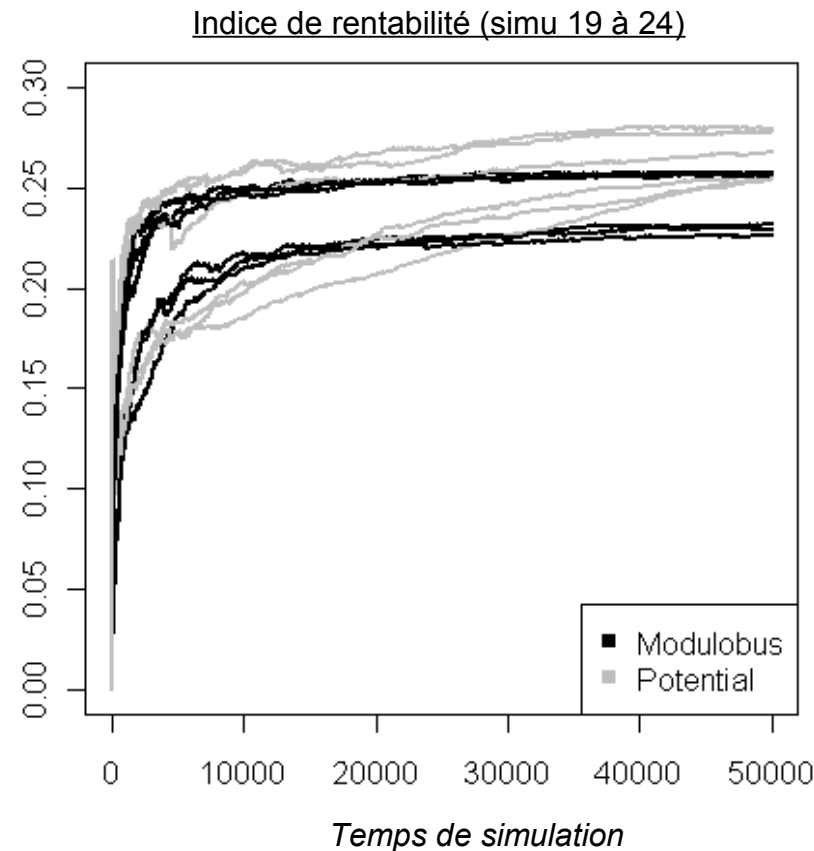


Temps d'attente moyen des clients en nombre d'itérations (simu 20)



B. Le service

- Le facteur vitesse augmente la rentabilité
 - P est plus rentable que *M* surtout avec :
 - Une forte densité de client
 - Des taxis de 7 places
 - Peu de différence entre les catégories de taxi (1, 4 et 7 places)
 - les taux de remplissage à 100 % restent marginaux
- ⚠ déplacement à vide



C. Le territoire

- M est globalement plus efficace
→ taux de desserte > 85 % contre 37 % pour \underline{P}
- Desserte plus homogène avec M (malgré la centralité)

*L'épaisseur
du trait quantifie
les passages
des taxis*

Simu. 20 →

- 12 taxis
- 6 clients
- facteur
vitesse = 15
- 4 places



Modulobus



Potentiel

I. Contexte et état de l'art

II. Modèles

III. Protocole de simulation

IV. Résultats

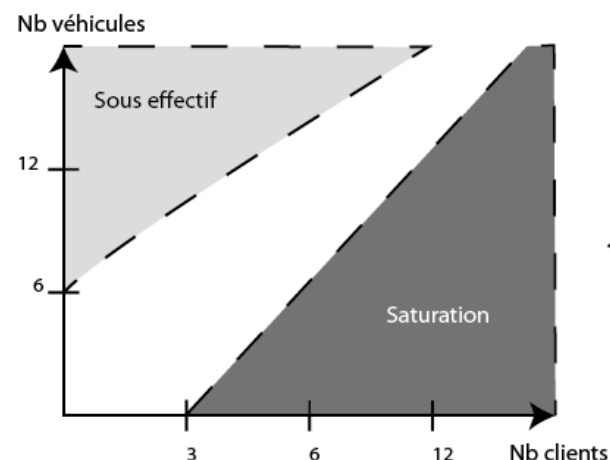
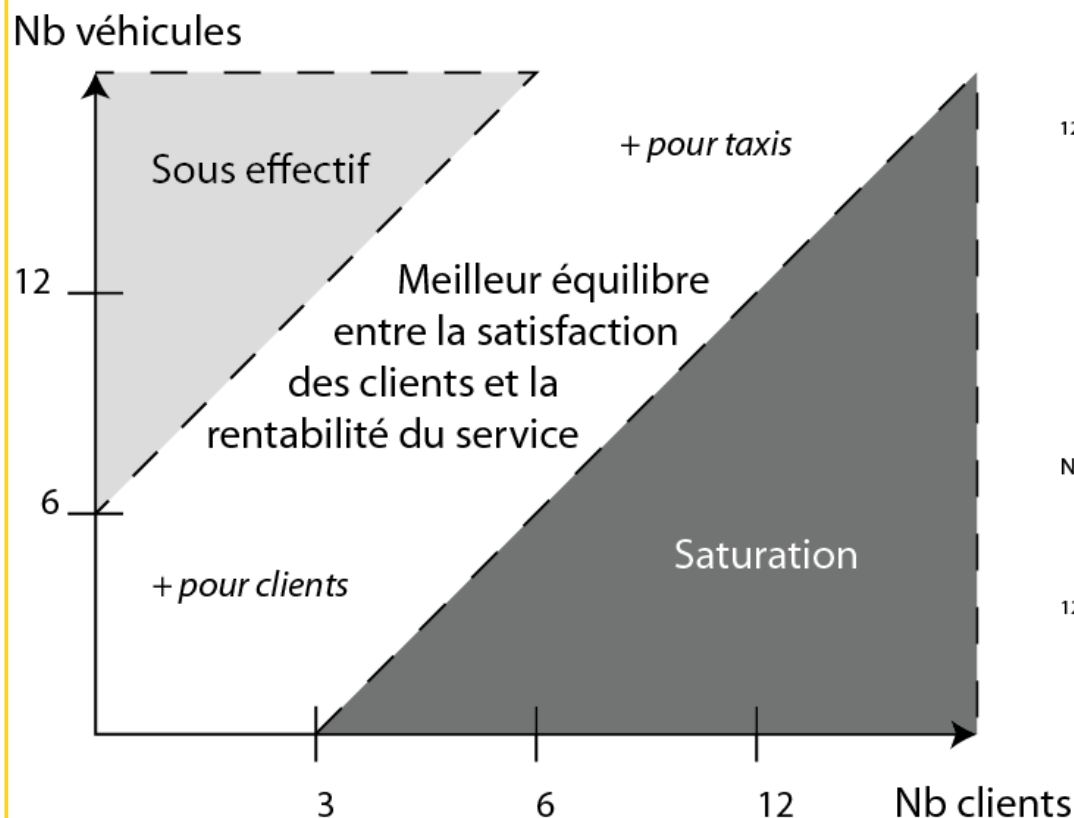
V. Discussion

Conclusion sur les modèles

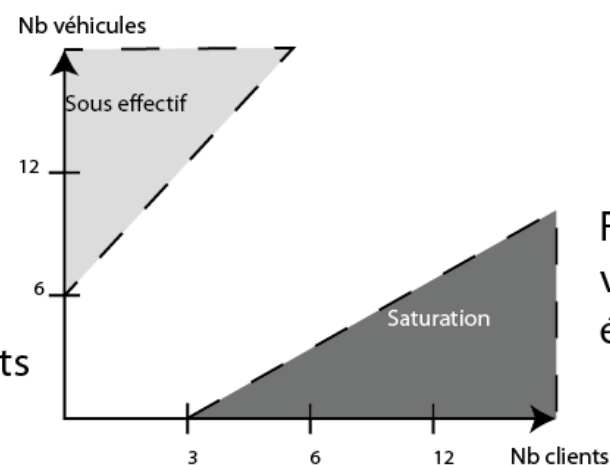
- *Modulobus* : le regroupement des véhicules et des clients par communication véhicules-clients
 - ✓ **Facilite la desserte**
 - ✓ **Diminue l'attente des clients**
 - ✓ **Ne pénalise pas la rentabilité du service**
- Potentiel : le regroupement des clients selon le principe d'une « attraction gravitaire »
 - ✓ **Est très rentable en forte densité**
 - ✗ **Présente une faible qualité de service**
 - ✗ **S'adapte plus difficilement**

Conclusion sur le Modulobus

Le *Modulobus* dans son espace de paramètres :



Taxi
1 place



Facteur
vitesse
élevé

Fréquence de création des clients : 50 itérations

Perspectives

- Confronter le Modulobus aux autres modèles implémentés (aléatoire, distance, coopération, taxis clandestins) :
 - > **Quelle peut être la complémentarité entre tous ces modèles ?**
- Adopter la démarche inverse :
 - > **A partir de contraintes définies au préalables** (territoriales, qualité de service, rentabilité de service) **pouvons nous définir un service adapté ?**

Merci pour votre attention

Adrien Lammoglia

adrien.lammoglia@alumni.univ-avignon.fr

Didier Josselin

didier.josselin@univ-avignon.fr



ThéoQuant 2013
Du 20 au 22 février 2013, Besançon